Die

Entwicklung des Kleinhirns

bei Säugetieren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät

der Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

unter dem Präsidium des

Herrn Professor Dr. C. v. Kupffer

vorgelegt von

Walther Kuithan

aus Bielefeld.

München

Verlag von J. F. Lehmann

1895.

Die

Entwicklung des Kleinhirns

bei Säugetieren.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

unter dem Präsidium des

Herrn Professor Dr. C. v. Kupffer

vorgelegt von

Walther Kuithan

aus Bielefeld.

München

Verlag von J. F. Lehmann

1895.

Von der medicinischen Fakultät gekrönte Preisarbeit.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Entwicklung des Kleinhirns hat bisher von Seiten der Autoren nicht die Berücksichtigung gefunden, welche der Gegenstand verdient. Von den histogenetischen Vorgängen ganz abgesehen, findet sich in der Literatur keine Arbeit vor, welche die Entwicklung dieses Organs von Anfang bis zu Ende darstellt. Werthvolle Beobachtungen über diesen Gegenstand finden sich in den Arbeiten von His, Kölliker, Kupffer, Mihalkovics und Reichert (3.—9., 11.). Obwohl durch diese Forscher unsere Kenntnisse über die Kleinhirnentwicklung sehr gefördert wurden, blieben doch manche Fragen offen. Es erscheint daher an der Zeit, diesen Gegenstand einer neuen Durcharbeitung zu unterziehen, um jene Fragen einer definitiven Lösung näher zu bringen. Dies zu versuchen, soll die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein. Dieselbe wird sich vorzüglich mit der Formentwicklung des Organs zu beschäftigen haben; die Histogenese des Kleinhirns eingehend zu beschreiben, liegt nicht in dem Rahmen der Arbeit. Trotzdem konnte ich nicht umhin, die Differenzirung der Kleinhirnschichten wenigstens in groben Umrissen zu skizziren.

Als Studienobjecte wurden Schafembryonen benutzt, welche im hiesigen Schlachthause in grosser Zahl erlangt werden konnten. Dieselben wurden mit Sublimat fixirt, mit Boraxkarmin oder Parakarmin (Paul Mayer) gefärbt und in 15 μ dicke, bei grösseren Objecten in 22,5 μ dicke Schnitte zerlegt. Kleine Embryonen (bis zu 22 mm Länge) wurden ganz geschnitten; grössere (von 23 mm bis zu 6 cm Länge) wurden decapitirt und die Köpfe allein weiterbehandelt. Bei Embryonen, deren Länge über 6 cm betrug, sowie bei grösseren Föten empfahl

es sich, das Gehirn möglichst frisch herauszunehmen, in Sublimat zu fixiren und nach Abtragung der Hemisphären in Paraffin zu schneiden. Ausser Schafembryonen kamen vier Stadien aus der Entwicklung des menschlichen Kleinhirns vergleichsweise zur Beobachtung; endlich gab die Untersuchung des Kleinhirns beim erwachsenen Meerschweinchen einige werthvolle Aufschlüsse.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in zwei Kapitel, von denen das erste sich mit der Entwicklung des Organs bis zum Auftreten der ersten Windungen beschäftigt, während das zweite Kapitel die Entwicklung der Furchen und Windungen darstellen soll. Dass diese Eintheilung des Stoffes eine natürliche und daher berechtigte ist, wird sich, wie ich hoffe, aus der Darstellung ergeben.

Für alle Abbildungen im Texte gelten folgende Bezeichnungen:

C Kleinhirn
J Infundibularfortsatz
L Lobus anterior des Kleinhirns
L^1 Lobus posterior des Kleinhirns
M Mittelhirn
N Nachhirn
ch Chorda
cm Culmen monticuli
dm Declive monticuli
f Fibrilläre Schicht
g Schicht der Körner
hy Hypophysentasche
i Innenzone
k Keilstücke
lc Lobulus centralis
li Lingula
m Mantelschicht
m^1 Oberflächliche Mantelschicht, resp. embryonale Randschicht des Kleinhirns
pc Plica chorioidea am Nachhirne
pd Plica dorsalis encephali
py Pyramide
rl Recessus lateralis Ventriculi quarti
rp Recessus post. mesencephali
sp Sulcus primarius, Primärfurche am Kleinhirn
tr Kreuzungsstelle der N. N. trochleares
tv Tuber valvulae
uv Uvula
va Valvula anterior cerebelli
zf Zellig-fibrilläre Schicht.

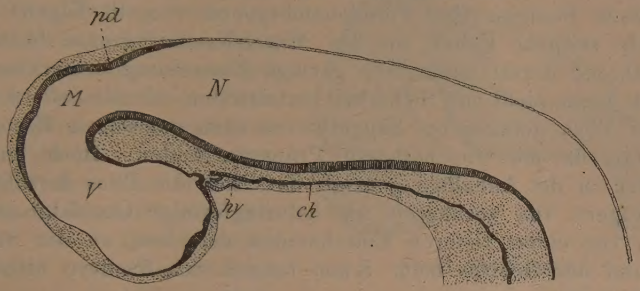
Erstes Kapitel.

Die Entwicklung des Kleinhirns bis zum Beginn der Furchenbildung.

Als Ausgangspunkt meiner Untersuchungen wähle ich einen 8 mm langen Schafembryo. In diesem Stadium ist die Rachenhaut bereits durchbrochen und die Hypophysis angelegt. Das Infundibulum ist an dem abgebildeten Medianschnitt als kleine,

knopfförmige Ausstülpung erkennbar; dicht hinter demselben bemerkt man das gabelförmige Vorderende der Chorda dorsalis. Der vorderste Abschnitt des Neuralrohres weist zwei Krüm-

Fig. 1. Schafembryo, 8 mm lang. 22/1.



Medianschnitt durch das Hirn.

mungen auf; die hintere ist, wie der Vergleich mit jüngeren Embryonen lehrt, erst kürzlich aufgetreten und hat noch nicht ihren höchsten Grad erreicht. Diese Krümmung, welche von His (3., 4.) als Nackenbeuge bezeichnet ist, entspricht der Hirn-Rückenmarksgrenze. Die vordere, zuerst aufgetretene Krümmung, die Kopf- oder Scheitelbeuge, liegt in der Region des Mittelhirns. Hier ist das Hirndach an zwei nicht weit von einander gelegenen Stellen etwas eingesenkt. Dadurch erhält das Gehirn drei Abtheilungen; die vordere, dreifach so lang als die zweite, stellt das Vorderhirn dar; die zweite über der Kopfbeuge gelegene, ist das Mittelhirn; die dritte, doppelt so lang als die beiden ersten zusammen, will ich, dem Beispiel Kupffer's (7., 8.) folgend, Nachhirn nennen. Dieser Hirntheil, von His als „Rautenhirn" bezeichnet, erhält seine hintere Begrenzung durch die Nackenbeuge. Nach vorn gegen das Mittelhirn zu, bildet die hintere der beiden dorsalen Einschnürungen die Grenze des Nachhirns. Während die Nackenbeuge sowohl an der dorsalen, wie an der ventralen Hirnwand sich bemerkbar macht, bleibt die vordere Grenze auf das Hirndach beschränkt; am Hirnboden ist keine scharfe Grenze zwischen Mittel- und Nachhirn nachweisbar. Die hintere dorsale Einschnürung, welche bei allen Wirbelthierembryonen gefunden wird, hat Kupffer (7., 8.) als „dorsale Hirnfalte" (Plica

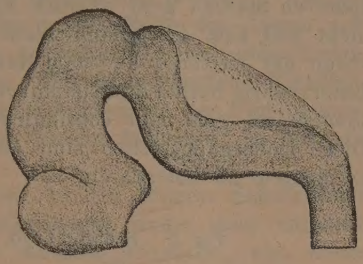
encephali dorsalis) bezeichnet; sie umgreift mehr als die halbe Peripherie des Neuralrohres, wodurch das Hirnlumen an dieser Stelle verengt wird (Isthmus His).

Schaper (13.) behauptet, dass die Plica dorsalis sich bei Teleostiern bilateral-symmetrisch anlegt und dass in einem gewissen Stadium (bei Forellenembryonen von 36 Tagen) zwei tiefe seitliche Falten an der Mittel-Nachhirngrenze bestehen, während dorsal kaum eine geringe Einsenkung bemerkbar ist. Ich kann nicht mit Sicherheit entscheiden, ob die erste Anlage der Plica dorsalis bei Säugethieren nach demselben Typus erfolgt, da mir die nöthigen Präparate fehlen. Doch bin ich eher zu der Annahme geneigt, dass sich die Plica dorsalis bei Säugern von vornherein als halbringförmige Querfalte anlegt, da von einem tieferen Einschneiden derselben an der Seitenwand des Gehirns beim 8 mm langen Schafembryo nichts zu sehen ist.

Die Decke des Nachhirns ist bei dem in Rede stehenden Stadium in grosser Ausdehnung zu einer sehr zarten Membran verdünnt, welche aus einer einfachen abgeplatteten Zellenschicht besteht. Nur der vorderste Theil des Nachhirndaches hat keine Verdünnung erlitten und setzt sich bei äusserer Betrachtung und durchfallendem Licht als halbringförmiger Querstreifen von der verdünnten Membran ab. Diese letztere nennt His das „Rautenfeld", Mihalkovics die „Deckplatte", Kölliker die „Membrana obturatoria ventriculi quarti". Da das Nachhirn in diesem Stadium verhältnissmässig viel länger ist als in späterer Zeit, so besitzt auch das Rautenfeld eine sehr langgestreckte Form, wie dies His von einem menschlichen Embryo aus der dritten Woche (3. Fig. 3, S. 344) gut wiedergibt. Da das Nachhirn dicht hinter dem Isthmus am breitesten ist, so besitzt dementsprechend das Rautenfeld vorn seine grösste Breite; in dem Maasse, in welchem sich das Nachhirn gegen das Rückenmark zu verjüngt, verschmälert sich das Feld und endigt spitz in der Gegend der Nackenbeuge. Vier Ränder, zwei vordere kurze und zwei hintere lange, bilden die Begrenzung des Rautenfeldes; die beiden vorderen Ränder convergiren in einem stumpfen, die beiden hinteren in einem spitzen Winkel. Je ein vorderer Rand geht in den entsprechenden hinteren bogenförmig über. Von oben gesehen, nimmt sich das Rautenfeld wie eine Lanzenspitze aus, welche gegen das caudale Ende des Embryos gerichtet ist.

Bei Schafembryonen von 11 mm Länge gewinnt die dorsale Hirnfalte eine schärfere Ausprägung und springt tiefer in das Hirnlumen vor; der Isthmus wird dementsprechend enger. Mit der beginnenden Brückenbeugung wird das Nachhirn verhältnissmässig kürzer und breiter und gewinnt dabei grössere Tiefe. Das Rautenfeld erscheint ebenfalls kürzer und breiter, behält aber seine charakteristische lanzenförmige Gestalt bei. Die lateralen Winkel, wo die vorderen Ränder in die hinteren übergehen, sind beim Schafembryo abgerundet, bei entsprechend alten menschlichen Embryonen, nach den Abbildungen von His (3. Fig. 6 und 7, S. 346) zu urtheilen, zugeschärft.

Fig. 2. Schafembryo, 11 mm lang. 11/1.



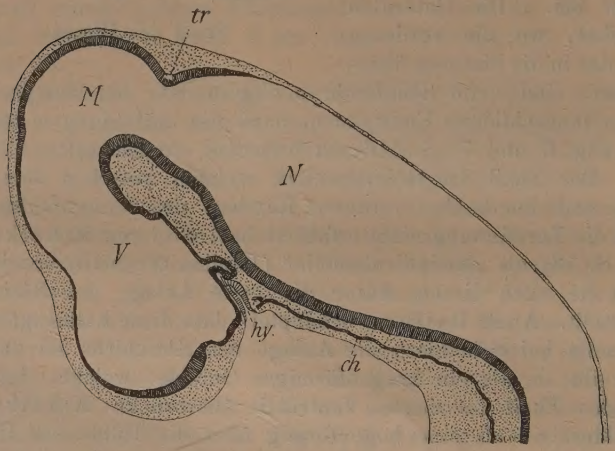
Profil des Hirnes.

Der Theil des Gehirndaches, welcher zwischen dem Isthmus und den beiden vorderen Rändern des Rautenfeldes liegt und die Verdünnung nicht erfahren hat, wird von Mihalkovics (9. S. 53) als „Kleinhirnlamelle“ (Lamina cerebelli) bezeichnet, weil sie nach diesem Autor die erste Anlage des Kleinhirns darstellt. Auch Balfour behauptet, dass diese halbringförmige Lamelle bei Selachiern die Anlage des Kleinhirns sei und beschreibt sie als ein kragenförmiges Gebilde, welches den vordersten Theil des vierten Ventrikels überbrückt. Mihalkovics schildert sie als eine bogenförmig über die Höhle des Hinterhirns (Nachhirns) ausgespannte Lamelle, welche rechts und links in den Bodentheil des Hinterhirns umbiegt, oben (vorn) durch eine Einschnürung von der Mittelhirndecke geschieden ist und unten (hinten) verdünnt in die Deckplatte des vierten Ventrikels übergeht.

Die Kleinhirnlamelle, um diese Bezeichnung beizubehalten, bildet das hintere Blatt der dorsalen Hirnfalte und ist in der Medianebene schmäler als lateral, weil das Rautenfeld mit seinem vorderen stumpfen Winkel in die Lamelle eingreift. Vorn bildet der Isthmus bezw. der einwärts vorspringende Scheitel der dorsalen Hirnfalte die Grenze derselben; die hintere Grenze ist weniger scharf, weil sich die Kleinhirnlamelle hier

allmälig verdünnt und in das Rautenfeld übergeht. Ich lasse das Rautenfeld von da beginnen, wo die Nachhirndecke einschichtig wird, rechne also den verdünnten Saum zur Kleinhirnlamelle, nicht wie Mihalkovics, zum Rautenfeld. Aus späteren Stadien geht nämlich hervor, dass sich der Saum verdickt und sich zur Kleinhirnlamelle schlägt. Die Grenze zwischen der letzteren und dem Rautenfeld wird dadurch schärfer. Lateralwärts besitzt die Kleinhirnlamelle keine natürliche Grenze, sondern sie geht hier continuirlich in die Brückenregion über. Diese Uebergangsstellen sind als Anlagen der Crura cerebelli ad pontem zu betrachten.

Fig. 3. Schafembryo, 11 mm lang. 17/1.



Medianschnitt durch das Hirn.

Bei Schafembryonen von 11 mm Länge bemerkt man auf Medianschnitten an der Stelle, wo sich das vordere, dem Mittelhirn zugehörige Blatt zum hinteren, dem Nachhirn angehörigen umschlägt, ein quergetroffenes rundliches Bündel von Fibrillen an der Aussenseite der Hirnwand. Verfolgt man dasselbe lateralwärts, so kann man feststellen, dass es sich nicht weit von der Medianebene in zwei Bündel sondert; das eine verläuft in der Hirnwand ventralwärts zum Hirnboden, das andere verlässt das Gehirn, verläuft dann eine kurze Strecke, dicht der Hirnwand angeschmiegt, lateralwärts und begibt sich im embryo-

nalen Bindegewebe gegen das Auge hin. Zieht man solche Schnitte zu Rathe, welche den Isthmus quer treffen, so beobachtet man, dass jederseits sich vom Hirnboden ein Fibrillenbündel in der Hirnwand nach aufwärts begibt und dass die Fibrillen sich in der Mitte des Hirndaches kreuzen. Die gekreuzten Bündel lassen sich bis in die Nähe der Augen verfolgen; ausserhalb des Gehirns enthalten sie zahlreiche Zellen. Es sind die Nervi trochleares. Das quergetroffene Fibrillenbündel, welches man auf Medianschnitten an der Umbiegungsstelle der dorsalen Hirnfalte zu Gesicht bekommt, ist also die Kreuzungsstelle der Nerven.

Wie die Verhältnisse beim 11 mm langen Schafembryo liegen, gehört die Trochleareskreuzung weder dem vorderen noch dem hinteren Blatt der dorsalen Hirnfalte, also weder dem Mittelhirn noch dem Nachhirn an, sondern bildet wegen ihrer Lage an der Umbiegungsstelle der dorsalen Hirnfalte die natürliche Grenze zwischen den beiden Hirnabtheilungen. Da die embryonalen Verhältnisse massgebend sind für die Beurtheilung der ausgebildeten Organe, so muss am Gehirn des ausgewachsenen Säugethieres die Kreuzungsstelle der Nervi trochleares die dorsale Grenzmarke zwischen Mittelhirn- und Nachhirnregion bilden. Ventral ist die Grenze vermuthlich in der Verbindungslinie der Trochleariskerne zu suchen. Da ich im Stande bin, die Kreuzungsstelle der Trochleares auf Medianschnitten bis zum ausgewachsenen Schaf continuirlich zu verfolgen, so ist damit ein nicht unwichtiges Moment für das morphologische Verständniss des ausgebildeten Gehirns gewonnen.

Das erste Auftreten des Trochlearis hat unter den Autoren zuerst His und zwar beim Menschen beobachtet. Er gibt (3. Fig. 25, S. 365) die Abbildung eines Querschnittes durch den Isthmus eines 10 mm langen menschlichen Embryos, wo das Aufsteigen und die Kreuzung der beiden Nerven gut dargestellt ist. Ich konnte dann das eigenthümliche Verhalten der Trochleares auch beim Hühnchen und neuerdings beim Schafembryo nachweisen und kann die Angaben von His in jeder Beziehung bestätigen. Kupffer beschreibt (7.) zwei feine Commissuren in der Plica dorsalis einer drei Tage alten Störlarve. Von diesen entspricht die vordere, welche sich in dem Winkel zwischen den beiden Faltenblättern befindet, ihrer Lage nach genau der Kreuzungsstelle der Trochleares beim Huhn oder Schaf. Es ist daher die Vermuthung, dass diese Commissur bei

Acipenser den Trochlearis bezw. die Kreuzungsstelle der beiden Nerven darstellt, nicht von der Hand zu weisen.

Beim Huhn und bei der Ente liegt die Kreuzungsstelle der Trochleares am fünften Brüttage gerade in dem Scheitel der dorsalen Hirnfalte wie beim Schaf. Bei 4,5 mm langen Embryonen von Lacerta vivipara befindet sich an der bezeichneten Stelle ebenfalls ein quer über die Medianebene verlaufendes Fibrillenbündel. Doch gelang es mir nicht, dasselbe in das, die Plica dorsalis ausfüllende, embryonale Bindegewebe zu verfolgen, so dass die Deutung als Kreuzungsstelle der Trochleares nicht ganz sicher ist.

Durch das Auftreten der Nervi trochleares erhält die Kleinhirnlamelle vorn ihre definitive Begrenzung. Um über den Bau derselben Aufschluss zu erhalten, muss man Querschnittserien untersuchen. Es stellt sich dann heraus, dass die Lamelle in der Mitte etwas dünner ist, als in den seitlichen Theilen. Sie besteht aus zwei Schichten, von welchen die äussere die bei weitem dünnere ist. His hat an anderen Stellen des Neuralrohres die innere Schicht die Innenplatte, die äussere die Mantelschicht genannt. Ich will diese Ausdrücke beibehalten. Die Innenplatte ist fibrillenfrei und besteht aus dicht gedrängten Zellen. Die Mantelschicht ist aus einer dünnen Kernlage und einer darunter liegenden Fibrillenschicht zusammengesetzt. Sie ist lateral am dicksten und wird gegen die Medianebene zu dünner. Median fehlt die Mantelschicht an der Kleinhirnlamelle; hier besteht die Hirnwand nur aus der verdünnten Innenplatte.

Fig. 4. Schafembryo, 11,5 mm. 40/1.

Querschnitt durch den vorderen Theil des Nachhirnes.

Die Kleinhirnlamelle ist median sowohl schmäler (wegen des einspringenden vorderen Winkels des Rautenfeldes), als auch dünner. Trotzdem muss die Anlage des Kleinhirns in diesem Stadium als eine unpaare gelten, worauf schon Mihalkovics (9. S. 56) und vor ihm schon Kölliker mit vollem

Recht hingewiesen haben. Wie ich aus der Arbeit des erstgenannten Forschers ersehe, waren die Autoren vor Kölliker allgemein der Ansicht, dass das Kleinhirn aus zwei, von den Seitenwänden des Gehirns sich entgegenwachsenden, flügelartigen Fortsätzen entstände, welche sich später in der Medianebene vereinigen sollten. Kölliker hat das Verdienst, diese lange Zeit herrschende Anschauung widerlegt zu haben. Dieselbe hatte ihre falsche Voraussetzung in der Annahme, dass die Rautengrube oben offen sei, was bekanntlich nicht der Fall ist.

Bei Schafembryonen von 12 mm Länge ist die Brückenbeuge bereits deutlicher geworden, die Nackenbeuge hat fast ihren höchsten Grad erreicht. Das vordere Blatt der dorsalen Hirnfalte bildet nunmehr mit dem hinteren einen rechten Winkel, was hauptsächlich dadurch zu Stande gekommen ist, dass sich das Mittelhirn nach hinten ausgebaucht hat, wodurch das vordere Faltenblatt dem hinteren sich passiv verhaltenden Blatt genähert wird. Das Rautenfeld zeigt auf Längsschnitten drei Querzonen von annähernd gleicher Länge. Die vorderste, welche sich an die Kleinhirnlamelle anschliesst, ist die dünnste und besteht aus einer einfachen Schicht platter Zellen. Die mitt-

Fig. 5. Schafembryo, 14 mm. 17/1. — Medianschnitt.

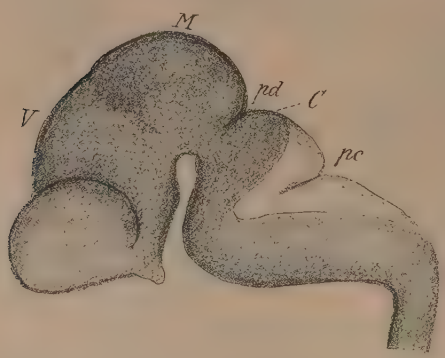
lere ist ebenfalls einschichtig, aber dicker, indem hier die Zellen kubische Form haben. Die hintere Zone gleicht der vorderen, doch sind die Zellen etwas weniger abgeplattet.

Bei Schafembryonen von 14 mm Länge kräuselt sich die mittlere Querzone und senkt sich zugleich etwas in das Lumen des Nachhirns ein. Dabei werden die Zellen etwas höher, woraus sich eine leichte Verdickung ergibt. Der einschichtige Charakter des Rautenfeldes bleibt strenge gewahrt.

Bei Schafembryonen von 16 mm Länge ist die Brückenbeuge rechtwinklig geworden, ebenso die Nackenbeuge. Das Mittelhirn fährt fort, sich nach hinten auszubauchen. Dadurch entsteht ein Blindsack, welcher sich haubenförmig über die Kleinhirnlamelle legt und diese allmälig überlagert. Da derselbe sich bis zum erwachsenen Schafhirn continuirlich verfolgen lässt und dadurch für die topographische Orientirung eine grosse Bedeutung erlangt, werde ich ihn als Recessus posterior mesencephali bezeichnen. Die schärfere Ausprägung der dorsalen Hirnfalte und ihr tieferes Einschneiden in das Hirnlumen wird im Wesentlichen durch die Ausbildung des Recessus posterior hervorgerufen. Die Kleinhirnlamelle verhält sich fast ganz passiv und trägt dadurch, dass sie sich etwas steiler zum Hirnboden stellt, nur wenig bei zur Ausbildung der Plica dorsalis.

Das Rautenfeld, welches im Laufe der letzten Entwicklung kürzer und breiter geworden ist, erleidet eine eigenthümliche Gestaltveränderung. Die lateralen, noch beim 10 mm langen Schafembryo sanft abgerundeten Winkel des Rautenfeldes verlieren, je stärker die Brückenbeuge wird, mehr und mehr ihre abgerundete Form und gewinnen allmälig die Gestalt von spitzen Winkeln. Betrachtet man nun das Rautenfeld von oben, so liegen die lateralen Winkel in derselben Querebene, wie der vordere Winkel. Die beiden Hälften der Kleinhirnlamelle, welche beim 10 mm langen Schafembryo bei der Ansicht von oben

Fig. 6. Gehirn eines Schafembryo von 15 mm Länge. 11/1.



in einem stumpfen Winkel convergiren, stellen sich in die Querebene ein. Da trotzdem der vordere einspringende Winkel des Rautenfeldes erhalten bleibt, so wird die Kleinhirnlamelle, von oben gesehen, hinten von zwei bogenförmigen Linien begrenzt, welche median in dem vorderen Winkel des Rautenfeldes zusammenstossen. Sobald die Brückenbeugung rechtwinklig geworden ist, senkt sich die gekräuselte und verdickte Querzone des Rautenfeldes tiefer ein und gewinnt schliesslich die Gestalt einer halbmondförmig in das Nachhirnlumen hineinragenden Querfalte, welche His als „Adergeflechtfalte“ (Plica chorioidea) bezeichnet hat. Man könnte versucht sein, die Bildung dieser Falte als einen rein mechanischen Vorgang aufzufassen, hervorgerufen durch die Brückenbeugung. Dies kann aus dem Grunde nicht der Fall sein, weil die Bildung der Adergeflechtfalte erst dann beginnt, wenn die Brückenbeuge bereits rechtwinklig geworden ist. Selbst dann, wenn die Faltenbildung zugleich mit dem Beginn der Brückenbeugung anfinge, würde die mechanische Erklärung nicht ausreichend sein; es müsste dann immer noch eine active Wucherung des Rautenfeldes angenommen werden.

His beschreibt die Adergeflechtfalte in folgender Weise (4. S. 21): „Sie hat die Gestalt eines halbmondförmig gegen die Ventrikellichtung hereinragenden Bogens und scheidet eine sackartig das Kleinhirn umgebende Hülle von einer solchen, welche die hintere Hälfte der Rautengrube überdacht.“

Was His unter der „sackartig das Kleinhirn umgebenden Hülle“ versteht, ist mir nicht recht klar geworden. Um Irrthümer zu vermeiden, lasse ich His weiter sprechen. Er sagt (4. S. 22): „Die Ansatzlinie der Deckplatte wird ursprünglich ringsherum vom umgeschlagenen Saume der Rautenlippe, der primären Taenia, gebildet. Am verlängerten Mark verläuft die Linie am ventralen Rand der Seitenfläche; am Kleinhirn folgt sie dem von der Rautnngrube abgewendeten Rande des Organes. Dieses Verhalten ändert sich in der Folge: die Oberfläche des Kleinhirns verwächst mit dem sie berührenden Theil der Deckplatte, an Stelle der primären, vor dem Cerebellum befindlichen Taenia, entsteht eine secundäre, vom hinteren Rande sich ablösende, und die sackartige Hülle, welche das Kleinhirn noch im Beginn des dritten Monats besessen hat, ist später spurlos verschwunden. Die ursprüngliche Oberfläche des Kleinhirns war eine intraventrikuläre, die spätere ist extraventrikulär und die

Umbildung vollzieht sich eben dadurch, dass der betreffende Theil der Deckplatte auf seiner Unterlage festwächst, wodurch die das Cerebellum umgebende Ventrikelspalte schwindet."

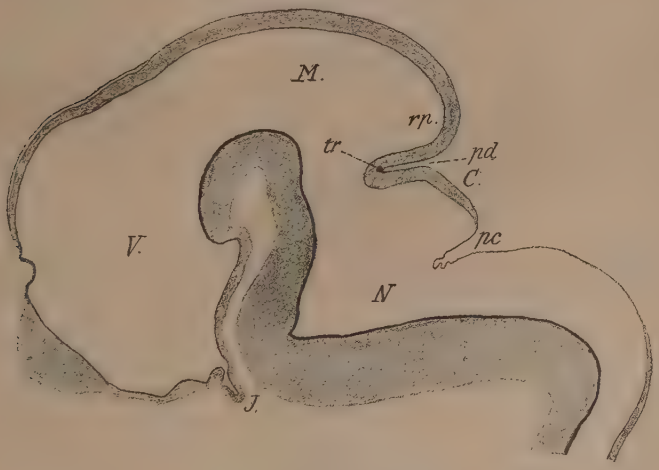
Wenn die Kleinhirnanlage beim Menschen im Beginn des dritten Monats wirklich eine sackartige Hülle besitzt, so sind nur zwei Möglichkeiten ihrer Entstehung denkbar. Entweder wuchert die Kleinhirnanlage nach hinten in das Nachhirnlumen hinein und die obere Fläche verschmilzt mit dem darüber liegenden Theil des Rautenfeldes. Oder aber der vordere Theil des Rautenfeldes schlägt sich als doppelblätterige Lamelle von hinten über die Kleinhirnanlage, die beiden Blätter verschmelzen mit einander und die einfach gewordene Lamelle wächst auf der (extraventrikulären) Oberfläche des Kleinhirns fest. His hat offenbar die erste Art der Entstehung gemeint, da er die Oberfläche des Kleinhirns als ursprünglich intraventrikulär gelegen bezeichnet. Dem steht entgegen, dass die Kleinhirnanlage nicht in das Ventrikellumen, sondern nach aussen wuchert, wie ich im zweiten Theil der Arbeit zeigen werde. Wenn also eine sackartige Hülle beim Menschen im Beginn des dritten Monats vorhanden ist, kann sie nur auf dem zweiten Wege entstehen. Bei einem 4,5 mm langen Embryo von Lacerta vivipara finde ich den hinteren Rand der Kleinhirnlamelle und den vordersten Theil des Rautenfeldes nach oben umgekrempt, so dass in der That hier eine Bildung entsteht, wie sie His beim Menschen als „Rautenlippe" (4. S. 18) beschreibt.

Beim Schaf kommt zu keiner Zeit eine sackartige Hülle vor, wie ich bestimmt versichern kann, da mir alle Stadien der Kleinhirnentwicklung vorliegen. Daher möchte ich ihr Vorkommen beim Menschen überhaupt bezweifeln, umso mehr, als His an anderer Stelle („Die Formentwicklung des menschlichen Vorderhirns", Fig. 58, S. 734) eine Zeichnung gibt, wo der Uebergang der Kleinhirnlamelle in die Deckplatte sich genau so verhält, wie beim Schaf. Immerhin bedarf es noch einer eingehenden Untersuchung an fötalen menschlichen Gehirnen, um das Verhältniss klar zu stellen.

Um zur Besprechung der Plica chorioidea zurückzukehren, so hat das erste Auftreten derselben schon Reichert beobachtet (11. S. 56). Er bezeichnet dieselbe als einen queren Einschnitt, durch welchen die Kleinhirnanlage ihre hintere Begrenzung erhält und nennt sie die erste Anlage der Fissura transversa cerebelli. Die Adergeflechtfalte ist, wie die davor

gelegene dorsale Hirnfalte, mit embryonalem Bindegewebe ausgefüllt. Durch ihr Auftreten wird das Rautenfeld in zwei Regionen gesondert. Die vordere ist ein schmales Querband, welches sich an den hinteren Rand der Kleinhirnlamelle ansetzt und ist identisch mit der oben beschriebenen vorderen Querzone des Rautenfeldes. Die hintere hat eine dreieckige Gestalt mit nach hinten gelegener Spitze und stellt die hintere Querzone des Rautenfeldes dar. Beide Regionen gehen lateral an den beiden lateralen Enden der Adergeflechtfalte in einander über und sind in der Mitte am dünnsten, indem hier die Zellen stark abgeplattet sind. Die vordere Querzone kommt dadurch, dass die Adergeflechtfalte tiefer in das Hirnlumen hineinwächst, unter die Kleinhirnlamelle zu liegen. Sie ist auf den Medianschnittzeichnungen nicht scharf genug gegen das dickere Adergeflechtepithel abgesetzt. Ich muss daher bemerken, dass die sich an die Kleinhirnlamelle ansetzende Membran da, wo sie glatt ist, die vordere Querzone des Rautenfeldes darstellt. Wo die Membran sich zu kräuseln beginnt, fängt das kubische, einschichtige Adergeflechtepithel an.

Fig. 7. Schafembryo, 20,5 mm. 14/1.



Medianschnitt des Hirnes.

Bei 20 mm langen Schafembryonen hat die Brücken- und Nackenbeuge ihren höchsten Grad erreicht. Beide Beugungen

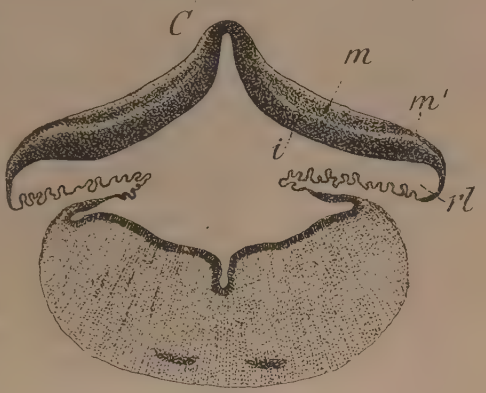
betragen ungefähr 80°. Der Recessus posterior mesencephali ist tiefer geworden, die untere Wand desselben, welche zugleich das vordere Blatt der dorsalen Hirnfalte bildet, liegt nunmehr parallel dem zwischen Brücken- und Nackenbeuge befindlichen Theil des Nachhirnbodens. Durch die tiefer gewordene Plica chorioidea wird die Kleinhirnlamelle gleichsam unterminirt. Die lateralen Winkel des Rautenfeldes liegen in der Dorsalansicht vor dem vorderen, im Verstreichen begriffenen Winkel und sind zu spitzen geworden. Die lateralen Uebergangsstellen der Kleinhirnlamelle zum Hirnboden, welche die Anlagen der Crura cerebelli ad pontem darstellen, verlaufen schräg nach vorn und unten. An der Umbiegungsstelle der beiden Blätter der Plica dorsalis sind aussen Fasermassen aufgetreten, welche die Fortsetzung der Mantelschicht des Mittelhirns bilden. In diesem Fibrillenlager ist die Kreuzungsstelle der Trochleares als quergetroffenes, rundliches Fibrillenbündel im Medianschnitt erkennbar, hebt sich aber nicht mehr so scharf, als in früheren Stadien, ab.

Fertigt man Querschnitte durch die Kleinhirnlamelle an, welche den zwischen Brücken- und Nackenbeuge liegenden Theil des Hirnbodens quer treffen und parallel zur Satteltasche gerichtet sind, so sind diese in anderem Sinne aufzufassen, als die Querschnitte eines Hirns, bei dem noch keine Brückenbeuge besteht. Während im letzten Falle die Kleinhirnlamelle mit ihrer soliden Verbindung mit dem Hirnboden auf demselben Querschnitt getroffen wird, kann man dies bei dem in der geschilderten Weise umgestalteten Nachhirn nicht erwarten, da hier die solide Verbindung der Kleinhirnlamelle mit dem Hirnboden nach vorn und unten schräg verläuft. Da ein Theil des Mittelhirns als Recessus posterior mesencephali die Kleinhirnlamelle überlagert, so wird man auf demselben Querschnitt zugleich das Lumen des Mittelhirns und des Nachhirns getroffen finden. Der hinterste Theil der Kleinhirnlamelle ist in diesem Stadium noch nicht vom Recessus posterior mesencephali überlagert; ich wähle zur Darstellung einen Querschnitt, welcher durch diesen Theil der Kleinhirnlamelle gelegt ist (Fig. 8). Solche von einem 20 mm langen Schafembryo angefertigten Querschnitte sind sehr lehrreich und beweisen insbesondere, dass die Kleinhirnlamelle paarig geworden ist und nicht mehr die Form eines querstehenden, bogenförmigen Gebildes besitzt, sondern die Gestalt eines Daches angenommen hat, welches

den Anfangstheil des Nachhirns zudeckt. Die paarig gewordene Kleinhirnlamelle will ich Kleinhirnanlage und die paarigen Gebilde Kleinhirnplatten nennen.

Zwei lateral dickere Platten stossen median in einem Winkel von 100° zusammen und bilden hier einen First, welcher dadurch, dass sich dieselben nahe der Medianebene etwas nach aussen umbiegen, fast das Gepräge eines Kieles bekommt. Der First fehlt nur dem hintersten, verdünnten Theil der Kleinhirnanlage Der Recessus posterior mesencephali passt sich der neuen Form der unter ihm liegenden Nachhirndecke an und erhält unten eine mediane Längsrinne. Während beim 11 mm langen Schafembryo die Kleinhirnlamelle in der Mitte nur wenig dünner ist, als lateral, hat sich dies Verhältniss durch Verdickung der seitlichen Theile und Verdünnung des mittleren Verbindungsstückes in der Weise geändert, dass die Kleinhirnplatten den medianen Theil um das Zwanzigfache an Dicke übertreffen. Uebrigens sind hierbei individuelle Verhältnisse zu berücksichtigen. Die Verdünnung kann in der Medianebene selbst so hochgradig werden, wie ich aus der Querschnittserie eines 19 mm langen Schafembryos ersehe, dass hier die Dicke der Hirnwand nur 4—5 Zellen beträgt. Dem First der Kleinhirnanlage entspricht innen eine tiefe Medianfurche, welche ich nur bei Kölliker (5. S. 537) und Schaper (13.) erwähnt finde. Der erstgenannte Forscher beschreibt ausserdem zwei seichte laterale Längsfurchen, welche er auf einem Frontalschnitt von einem 16 Tage alten Kaninchenembryo (5. Fig. 338) abbildet. Diese Furchen finde ich nicht

Fig. 8. Schafembryo, 20 mm. 17/1.



Querschnitt durch den hinteren Theil der Kleinhirnanlage.

beim Schaf und dürften überhaupt nur geringes Interesse bieten. Der medianen Längsfurche aber, welche dem First entspricht, messe ich eine grosse Bedeutung zu; durch dieselbe gewinnt die Kleinhirnanlage ein ausgesprochen paariges Gepräge.

Eine Verdünnung des hinteren Blattes der Plica dorsalis in der Medianebene beobachtet auch Kupffer (8. S. 12) bei Ammocoetes Planeri, wo bei der 6 mm langen Larve „der mediane Theil des Cerebellum eher zurückgegangen ist, als dass derselbe gewachsen wäre". Es ist nicht unmöglich, dass das Kleinhirn auch phylogenetisch dieses Stadium der Paarigkeit durchgemacht hat. Es wäre der Mühe werth zu untersuchen, ob das Kleinhirn bei niederen Wirbelthieren, bei denen es bekanntlich zeitlebens auf einer sehr niedrigen Entwicklungsstufe stehen bleibt, einen paarigen Bau besitzt. Bei Teleostiern ist das Cerebellum auf einem gewissen Entwicklungsstadium paarig, wie neuerdings Schaper (13.) gezeigt hat. „Die Seitentheile des Cerebellums", sagt dieser Forscher, „wuchern in ausserordentlichem Maasse und hängen bald als zwei mächtige Wülste in den vierten Ventrikel herab".

Um zur Besprechung der Querschnittserien zurückzukehren, so kann man weiter constatiren, dass der einspringende vordere Winkel des Rautenfeldes sich ausgeglichen hat, und dass die Kleinhirnanlage hinten, wo sie sich verdünnt und keinen First besitzt, in der Mitte nicht wesentlich dünner ist, als lateral. Eine Mantelschicht ist überall nachweisbar; vorn ist sie dick und hat an ihrer Oberfläche eine Fibrillenschicht von ansehnlicher Dicke erhalten; lateral und hinten, also in einer halbmondförmigen Region, welche dem hinteren Drittel der unpaaren Kleinhirnlamelle entspricht, ist die Mantelschicht dünn und liegt unmittelbar an der Oberfläche der Kleinhirnanlage, ohne von einer Fibrillenschicht bedeckt zu sein. Dieses Verhältniss ist wichtig für das Verständniss der weiteren Differenzirungen der Schichten. Die Mantelschichten der beiden Seiten haben unter sich keine Verbindung. In der Medianebene findet sich nur die hier sehr dünne Innenplatte, welche zur Zeit allein die Verbindung der Kleinhirnplatten vermittelt.

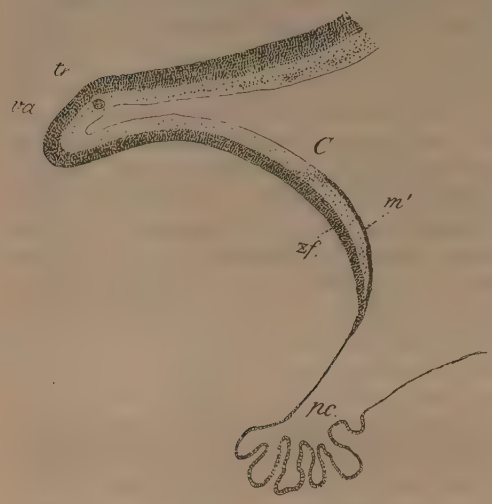
Im Verlauf der weiteren Entwicklung treten die beiden, die Mantelschichten deckenden Fibrillenlager untereinander in Verbindung. Dies tritt am deutlichsten auf einem Medianschnitt hervor. Ein solcher Schnitt, einem 23,5 mm langen Schafembryo entnommen, beweist, dass die Kleinhirnanlage in der Median-

ebene noch sehr dünn ist und hier aus zwei gleich dicken Schichten besteht, der Innenplatte und dem hier neu aufgetretenen Fibrillenlager. Auf einem solchen Schnitt ist die Faserschicht im hinteren Drittel der Kleinhirnanlage anders aufzufassen, als an den beiden vorderen Dritteln. Wie aus lateralen Schnitten hervorgeht, bildet vorn die mediane Faserschicht die Vereinigung der äusseren über den Mantelschichten liegenden Fibrillen. Hinten, wo die Mantelschichten unmittelbar an der Oberfläche liegen, kann die mediane Faserschicht nur die Vereinigung der zwischen Mantelschicht und Innenplatte gelegenen Fibrillen sein. Dieses Verhältniss wird auf dem Medianschnitt eines 28 mm langen Schafembryos deutlicher (Fig. 9). Die beiderseitigen Zonen der Mantelschichten, welche an der Oberfläche liegen, haben sich median vereinigt. Man erkennt dies daraus, dass auf dem gedachten Schnitt am hinteren Drittel der Kleinhirnanlage eine dichtgedrängte Kernschicht das Faserlager bedeckt.

An der dorsalen Hirnfalte macht sich eine secundäre, das hintere Blatt betreffende Faltung immer mehr bemerkbar. Die secundäre Falte tritt dicht hinter dem Scheitel der dorsalen Hirnfalte auf und sondert die Kleinhirnanlage in einen schmalen Querstreifen und in die Kleinhirnanlage im engeren Sinne. Der Scheitel der secundären Falte ist bei 30 mm langen Schafembryonen schärfer, als der eigentliche Scheitel der dorsalen Hirnfalte, so dass man geneigt ist, den letzteren als secundär erlangt zu betrachten. Die Scheitel der beiden Falten divergiren lateralwärts; das zwischen denselben liegende Stück der Gehirnwand wird in seinem mittleren Theil zum vorderen Marksegel (Velum medullare anterius), während die seitlichen Theile sich zu den Crura cerebelli ad corpus quadrigeminum umgestalten. Dass der vordere Faltenscheitel der ursprüngliche Scheitel der dorsalen Hirnfalte ist, geht daraus mit Sicherheit hervor, dass die Nervi trochleares in demselben verlaufen und sich median dort kreuzen. Wenn man einen Medianschnitt aus dieser Periode (etwa von einem 2,8 mm langen Schafembryo Fig. 9) vor sich hätte, ohne die früheren Stadien zu kennen, so würde man ohne Zweifel den Trochleares noch dem Mittelhirn zurechnen, weil jetzt die secundäre Falte wegen ihrer scharfen Ausprägung die Mittel-Nachhirngrenze vortäuscht. Doch beweisen die vorangehenden Stadien, dass diese Anschauung nicht die richtige ist.

Die Adergeflechtfalte hat im Verlauf der letzten Entwicklung eine erhebliche Verdickung erfahren. An ihrer Oberfläche sind reichliche secundäre Wucherungen aufgetreten, welche die Form von Zotten besitzen. Dieselben sind mit Bindegewebe ausgefüllt und sind nach wie vor von einem einschichtigen, kubischen Epithel bedeckt. Die seitlichen Theile der Adergeflechtfalte nehmen eine besonders mächtige Entwicklung an, rücken unter die Kleinhirnanlage und stülpen die anliegende Seitenwand des Gehirns beiderseits aus. Die ausgestülpte Stelle entspricht der hinteren Umrahmung je eines lateralen Rautenfeldwinkels. Dies ist die erste Anlage der Recessus laterales ventriculi quarti (Reichert, Bochdalek). Je mehr die Ausbuchtung fortschreitet, desto mehr macht sich eine schräg nach vorn und unten verlaufende Furche bemerkbar, welche die hintere Begrenzung der Ausbuchtung bildet und ein keilförmiges Stück der Gehirnwand abschneidet, welches ich die Keilstücke nennen möchte... Je tiefer die Recessus laterales werden, desto mehr rücken diese Keilstücke in die Tiefe und bilden schliesslich die untere Wand der Recessus laterales. Schon Reichert hat die erste Entstehung dieser Bildungen beobachtet (11. S. 58). Er schreibt darüber: „Als erste Anlage der Recessus laterales kann eine mehr oder weniger auffällige Erweiterung des verlängerten Markes gleich unter der Querfalte des Cerebellum und unter dem Pons Varoli angesehen werden. An dem hier gegen die Basis hin vor-

Fig. 9. Schafembryo, 28 mm. 53/1.



Medianschnitt durch das Kleinhirn.

dringenden Theile der häutigen Decke ‚wächst jederseits, in Form einer Ausstülpung aus der Gehirnröhre, ein hohlcylindrischer, kolbenförmig endigender Fortsatz nach vorn und aufwärts so hervor, dass er über den unteren Rand des inzwischen gebildeten Pons Varoli herüberragt".

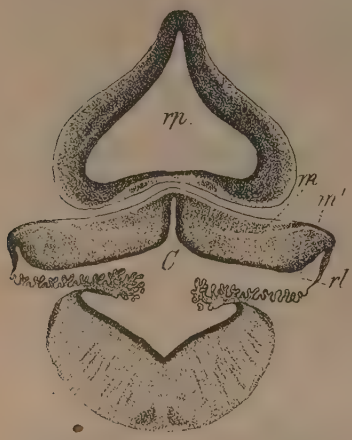
Die Recessus laterales wachsen mit den in ihnen enthaltenen Adergeflechttheilen verhältnissmässig wenig, wobei sich ihre Decke verdünnt. Beim ausgewachsenen Schaf liegen sie als höckerige Massen hinter den Flocken. Bochdalek behauptet, dass sich diese Recessus laterales später eröffnen, so dass die in ihnen enthaltenen Adergeflechttheile als „Füllhörner" oder „Blumenkörbchen" frei zu Tage liegen sollen. Ich kann über diese Frage keine bestimmten Angaben machen. Die Wand der Recessus laterales zerreisst ausserordentlich leicht beim Herausnehmen des Gehirns. Bei älteren Embryonen von 15—20 mm Länge zerbröckelt die Wand bei der technischen Behandlung des Gehirns, insbesondere bei der Paraffindurchtränkung, so dass man auf den Schnitten meist nur Trümmer zu sehen bekommt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass diese von Bochdalek angegebenen Oeffnungen Kunstproducte sind.

Die Recessus laterales beschreibt Kölliker (5. S. 541) beim Menschen als Gyrus chorioideus anterior, während der Gyrus chorioideus posterior mit den von mir als Keilstücke bezeichneten Theilen der Gehirnwand identisch sein dürfte. Kölliker macht darauf aufmerksam, dass diese Gyri chorioidei echten Windungen ähnlich sind. In der That erscheinen die Recessus laterales und die Keilstücke, von hinten gesehen, wie zum Kleinhirn gehörig und können bei äusserer Betrachtung Windungen vortäuschen in einem Entwicklungsstadium, in welchem die Kleinhirnanlage noch völlig glatt ist.

Bei 30 mm langen Schafembryonen liegen die beiden Kleinhirnplatten fast horizontal in einer Ebene und der von ihnen eingeschlossene Winkel beträgt fast 180°. Der First, welchen die Kleinhirnanlage vorher an der oberen Fläche aufwies, ist fast verschwunden. Die Ueberlagerung der Kleinhirnanlage durch den Recessus posterior mesencephali hat ihren höchsten Grad erreicht, so dass dieselbe, von oben gesehen, fast ganz dadurch verdeckt wird. Der von einem Faserlager bedeckte vordere Theil der Mantelschicht sondert sich von dem oberflächlich liegenden Theil derselben ab, indem die Kerne

an dieser Uebergangsstelle verschwinden und statt derselben Fibrillen auftreten. Dadurch tritt die oberflächliche Faserschicht, welche den vorderen Theil der Kleinhirnanlage bedeckt, mit derjenigen Faserschicht, welche zwischen der oberflächlichen Zone der Mantelschicht und der Innenplatte liegt, in unmittelbaren Zusammenhang. Die tiefgelegene Zone der Mantelschicht, welche noch bei 25 mm langen Schafembryonen durch eine kernlose Faserschicht von der Innenplatte getrennt ist, schlägt sich zur letzteren, indem die genannte Grenze sich vollkommen verwischt. Zugleich treten Fasern in der Innenplatte auf, dieselbe wird zellig-fibrillär. Nur die an die Ventrikelhöhle grenzenden Zellschichten bewahren ihre epitheliale Anordnung; doch lösen sich noch weiterhin Zellen von dieser Schicht ab und entwickeln Fasern, wodurch sich die zellig-fibrilläre Zone stetig vergrössert, während die epitheliale Schicht verhältnissmässig dünner wird.

Fig. 10. Schafembryo, 30,5 mm. 14/1.



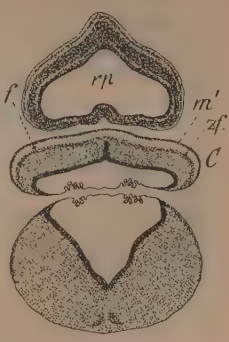
Querschnitt durch den vorderen Theil der Kleinhirnanlage.

Auf einem Querschnitt durch den vorderen Theil der Kleinhirnanlage eines 30 mm langen Schafembryos findet man in der Medianebene die Faserschicht und die hier sehr dünne Innenplatte. Die Kleinhirnplatten zeigen in ihrem medialen Theil folgende Schichten, von oben nach unten gezählt: Zu oberst die Faserschicht, dann die zellig-fibrilläre Schicht, welche aus der Vereinigung der tiefliegenden Zone der Mantelschicht mit der Hauptmasse der Innenplatte hervorgegangen ist, endlich die epitheliale Schicht. Mehr lateral tritt als oberste Schicht die oberflächliche Zone der Mantelschicht hinzu, welche den hinteren Theil der Kleinhirnanlage bedeckt. Ich will sie als embryonale Randschicht des Kleinhirns bezeichnen. Dieselbe breitet sich im Verlauf der weiteren Entwicklung, von hinten nach vorn fortschreitend, über die ganze Kleinhirnanlage aus,

erhält sich bis zum Ende des Fötallebens als ein dichter, die ganze Kleinhirnoberfläche deckender Zellbelag und schwindet erst post partum. Die histologischen Differenzirungen sind also im Kleinhirn des ausgetragenen Schafes noch lange nicht abgeschlossen. Die Faserlage, welche nach den oben entwickelten Gesichtspunkten vorn anders, als hinten aufzufassen ist, wird zur äussersten Schicht des ausgebildeten Kleinhirns, zur molekularen Schicht. Die zellig-fibrilläre Schicht, welche die Hauptmasse der Kleinhirnanlage ausmacht, lässt aus sich hervorgehen: das Marklager, die Schicht der Granula und der Purkinje'schen Zellen.

Die nächste, wichtige Formveränderung tritt (bei $\frac{3}{4}$ cm langen Embryonen) dadurch ein, dass die Kleinhirnplatten hinten mit einander verschmelzen, so dass hier die Medianfurche verschwindet. Ueberhaupt eilt der hintere Theil der Kleinhirnanlage dem vorderen erheblich in der Entwicklung voraus, sowohl in Betreff der histologischen Differenzirungen der Schichten, als auch der Formausbildung. Die einander zugekehrten Flächen der Kleinhirnplatten legen sich, von oben nach unten fortschreitend, an einander und verwachsen dann, was man auf Querschnitten daraus erkennt, dass sich in der Medianlinie ein Streifen von dichtgedrängten Zellen zwischen dem Furchengrund und der Faserschicht befindet (Fig. 11). Es erhält sich dann kurze Zeit diese Zellenplatte, welche wie ein Septum hinten die zellig-fibrillären Schichten der beiden Seiten scheidet. Mit ihrem baldigen Schwund erfolgt dann die Vereinigung der beiden Schichten. Der Verschmelzungsprocess ist schon bei 5 cm langen Schafembryonen vollendet. Er betrifft nicht den vorderen Theil des Organs; hier bleibt die Furche in ihrer früheren Tiefe bestehen und lässt sich noch bei 15 cm langen Schafembryonen mit Sicherheit nachweisen. Dann verstreicht sie, so dass am Kleinhirn des ausgewachsenen Schafes jede Spur einer ursprünglich paarigen Anlage verwischt ist.

Fig. 11.
Schafembryo, 4 cm. 11/1.



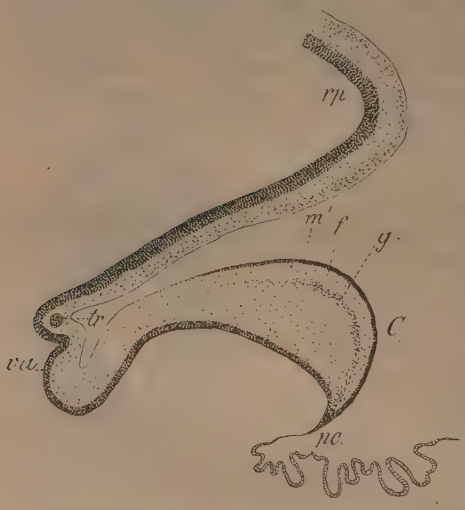
Querschnitt durch den hinteren Theil des Kleinhirns.

Ein derartiger Verschmelzungsprocess kommt auch an

anderen Stellen des Neuralrohres vor, sehr ausgedehnt z. B. am Rückenmark, wo bekanntlich die beiden ein spaltförmiges Lumen einschliessenden Hälften des Organs in grosser Ausdehnung sich verbinden, so dass nur ventral eine enge Lichtung, der Canalis centralis, übrig bleibt. Auch an der Mittelhirndecke konnte ich eine solche Verschmelzung, allerdings nur in geringer Ausdehnung constatiren.

Die zwischen der Kreuzungsstelle der Trochlearis und der eigentlichen Kleinhirnanlage liegende Lamelle, welche die Anlage des vorderen Marksegels darstellt, erleidet bei $3^1/_2$—4 cm langen Schafembryonen eine quere Einfaltung nach aussen, wodurch eine zwischen den beiden Falten verlaufende Querrinne entsteht (Fig. 12). Hierdurch treten die beiden Falten sehr scharf hervor. Die Kreuzungsstelle der Trochleares lässt sich wie vorher in dem vorderen bezw. oberen Faltenscheitel mit Sicherheit nachweisen. Der Recessus posterior mesencephali erleidet insofern eine nicht unwichtige Veränderung, als sich die untere Wand desselben oder das vordere Blatt der dorsalen Hirnfalte aufrichtet und sich schräg zu dem zwischen Brücken- und Nackenbeuge liegenden Theil des Hirnbodens stellt, zu dem es noch bei 3 cm langen Embryonen parallel gelagert war.

Fig. 12. Schafembryo, 4 cm. 40/1.



Medianschnitt durch das Kleinhirn.

Da, wo die Mantelschichten an der Oberfläche der Kleinhirnanlage lagen und sich dann durch Absonderung von der tiefliegenden Zone zur embryonalen Randschicht gestalteten, tritt nun (bei 5 cm langen Schafembryonen) eine ganz neue Schicht auf, die Anlage der Schicht der Granula. Sie erscheint

zuerst als eine Lage dichtgedrängter Zellen am Rande der zellig-fibrillären Schicht. Hinten und lateral zuerst auftretend, vereinigen sich die zuerst getrennten Schichten der beiden Seiten in der Medianebene genau so, wie dies von der embryonalen Randschicht oben beschrieben wurde. Sie folgt dann in ihrer weiteren Ausbreitung der embryonalen Randschicht, bleibt aber immer etwas gegen diese zurück. Sobald die weiter zu beschreibende Primärfurche deutlich geworden ist, sind beide Schichten über das ganze Organ verbreitet.

Die Querrinne im Velum medullare anterius fängt bei $5^1/_2$ cm langen Schafembryonen an zu verstreichen, die Lamelle wird zu einem breiteren Querband. Der von ihr überdachte Theil der Gehirnhöhle, welchen man, nach der Kreuzungsstelle der Trochleares zu urtheilen, dem Nachhirn beizählen muss, ist ein horizontaler Spalt, welcher sich nach vorn in die weite Mittelhirnhöhle öffnet, nach hinten in den vierten Ventrikel fortsetzt. Je mehr sich das vordere Marksegel ausbildet, desto steiler stellt sich das vordere Blatt der dorsalen Hirnfalte zur Medulla oblongata. Dadurch wird die Kleinhirnanlage freier und dem Blick mehr zugänglich; doch bleibt der vordere Theil des Organs noch vom Recessus posterior mesencephali bedeckt, welcher seine frühere Tiefe bewahrt. Die Nackenbeuge fängt bei 4 cm langen Schafembryonen an sich auszugleichen und ist bei $5^1/_2$ cm langen Embryonen nur noch sehr gering.

Zweites Kapitel.

Die Entwicklung des Kleinhirns von der beginnenden Furchenbildung bis zur Geburt.

Das Auftreten von Windungen und Furchen stellt einen natürlichen Markstein in der Entwicklung des Kleinhirns dar. Das Organ ist, soweit wir es in seiner Genese verfolgt haben, obwohl noch ganz unfertig, doch immerhin so weit ausgebildet, dass man es mit Sicherheit als Kleinhirn erkennen kann. Auch die histologische Differenzirung der Schichten ist so weit gediehen, dass man die Schichten des ausgebildeten Organs auffinden kann. Was noch völlig fehlt, sind vor Allem die für das Kleinhirn der Säuger charakteristischen Windungen, welche dicht auf einander liegend, die Hauptmasse des fertigen Organs ausmachen. Die Entwicklung der Windungen kommt durch ein

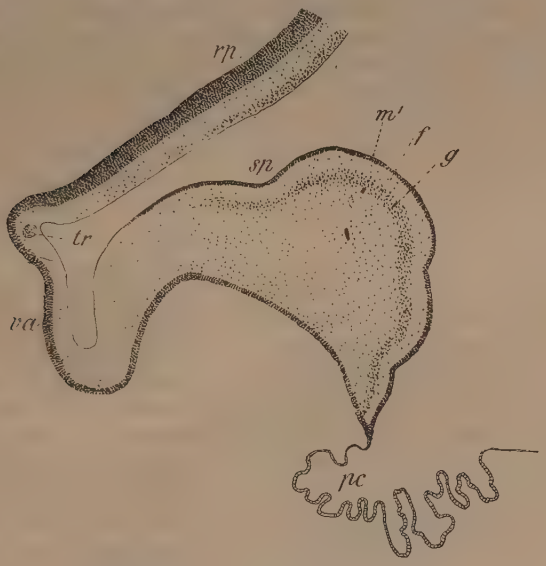
aussergewöhnlich starkes Wachsthum der äusseren Oberfläche der Kleinhirnanlage zu Stande, während sich die innere an die Ventrikelhöhle grenzende Fläche, welche man als Basis bezeichnen könnte, nur mässig vergrössert.

Betrachten wir das Organ kurz vor dem Auftreten der Furchen (Fig. 12), so handelt es sich um eine stark verdickte querstehende Platte, welche von rechts nach links nur wenig gebogen ist. Auf lateralen Schnitten hat dieselbe die Gestalt eines Rhombus mit abgestumpften Ecken, welcher nach hinten übergeneigt ist. An der unteren Fläche ist die Platte ausgehöhlt, indem hier eine ziemlich tiefe Querrinne besteht. Ausserdem besitzt das Organ eine tiefe mediane Längsrinne an der Unterseite, aber nur vorn. Beiderseits überragt die Platte die Medulla oblongata, was auf der Bildung der Recessus laterales beruht. Vorn hängt die Kleinhirnanlage durch das Velum medullare mit der unteren Wand des Recessus posterior mesencephali zusammen, hinten durch eine zarte Membran mit dem Adergeflecht. Seitlich geht sie ohne scharfe Grenze in den Gehirnboden über; diese soliden Verbindungen verlaufen schräg nach vorn und unten, so dass die Platte hinten ohne festen Zusammenhang mit dem Hirnboden und gleichsam unterminirt ist. Auf Querschnitten lässt sich die Kleinhirnanlage scharf gegen die umgebenden Theile, insbesondere gegen die Crura cerebelli ad pontem abgrenzen: soweit nämlich die embryonale Randschicht reicht, gehört die Gehirnwand zum Kleinhirn.

Das so beschriebene Gebilde verdickt sich zunächst in seinem hinteren Theile erheblich, wodurch eine ganz flache Querfurche entsteht. Ich will dieselbe die Primärfurche des Kleinhirns (Sulcus primarius cerebelli) nennen und bemerke gleich hier, dass sie mit der tiefen Furche identisch ist, welche beim Menschen sowohl wie beim Schaf, den Wurm in einen kleineren vorderen und einen grösseren hinteren Lappen theilt und auf Medianschnitten sofort ins Auge fällt. Sie ist die mediane Vereinigung der Sulci collaterales superiores (10.) und senkt sich tief zwischen die als Culmen und Declive monticuli bezeichneten Abtheilungen des Oberwurms ein. Sie ist beim Menschen noch nicht benannt, wesshalb ich zu der neuen Bezeichnung greifen muss. Sobald die Primärfurche angedeutet ist, wölbt sich auch der vordere, vor ihr gelegene Theil des Organes hervor; dadurch wird dieselbe vertieft. Die Primär-

furche ist bei äusserer Betrachtung des Gehirns nicht zu sehen, weil sie vom Recessus posterior mesencephali bedeckt wird. Sie erstreckt sich nach ihrer vollen Ausbildung durch zwei Dritttheile der ganzen Breite des Kleinhirns, fehlt also lateral. In der Mitte ist sie am tiefsten, seitlich wird sie flacher. Den vor ihr gelegenen Theil des Kleinhirns will ich Vorderlappen, den hinter ihr gelegenen Hinterlappen nennen. Beide Lappen gehen lateral in einander über, weil hier die Primärfurche fehlt. Der Vorderlappen ist in der Mitte breiter als seitlich, weil die Primärfurche sich mit ihren seitlichen Enden dem vorderen Rande des Kleinhirns nähert.

Fig. 13. Schafembryo, 5 cm. 40/1.



Medianschnitt durch das Kleinhirn.

Kurz nach dem Auftreten der Primärfurche oder zugleich mit ihr erscheint dicht vor dem hinteren Rande des Kleinhirns eine zweite Querfurche, welche sich auf Längsschnitten durch das ganze Organ verfolgen lässt und in der Mitte dem hinteren Rande desselben näher liegt, als seitlich. Die hinter ihr liegende Windung des Kleinhirns ist also in der Mitte schmäler,

als seitlich. Sie bildet lateral einen Theil der oberen Wand der Recessus laterales; aus dem mittleren Theil geht der Nodulus hervor.

Sobald die Primärfurche deutlich geworden ist, bemerkt man eine zweite Furche am Hinterlappen, welche dicht vor der eben beschriebenen verläuft. Sie lässt sich auf Längsschnitten so weit verfolgen, wie die Primärfurche. Aus dem mittleren Theil der hinter ihr gelegenen Windung entwickelt sich später die Uvula. Der Vorderlappen ist in diesem Stadium noch glatt.

Vergleicht man einen Medianschnitt durch das Kleinhirn eines 7 cm langen Schafembryos mit einem Medianschnitt aus einem früheren Stadium, in welchem das Kleinhirn noch keine Furchen besitzt, so ist ohne Weiteres ersichtlich, dass das Wachsthum des Organs auf der Vergrösserung der äusseren (extraventrikulären) Oberfläche beruht. Diese allein besitzt eine ausgesprochene Tendenz zu excessiver Wucherung. Da dieselbe immer extraventrikulär gelegen hat, so ist damit die Angabe von His, die Oberfläche des Kleinhirns sei ursprünglich intraventrikulär gewesen, mit Sicherheit widerlegt. In diesem Punkte ist zwischen der Entwicklung des Kleinhirns beim Menschen und der beim Schaf kein Unterschied möglich, mag nun eine sackartige, das Kleinhirn umgebende Hülle beim Menschen im Beginn des dritten Monats vorkommen oder nicht.

Während am Kleinhirn die ersten Furchen auftreten, glättet sich das Velum medullare anterius vollkommen, indem die Querfurche sich ausgleicht. Bei Schafembryonen von 6 cm Länge fängt die Scheitel- und Brückenkrümmung an, sich auszugleichen, die vorher tiefe Satteltasche gestaltet sich allmälig zu einer breiten, vor dem Pons Varoli verlaufenden Querrinne. Mit diesen Veränderungen steht in Zusammenhang, dass sich die hintere Wand des Recessus posterior mesencephali fast senkrecht zur Medulla oblongata stellt und dabei an Tiefe etwas verliert. Die Crura cerebelli ad pontem verlaufen bei 7 cm langen Schafembryonen nicht mehr so schräg, als bei 3 cm langen Embryonen, so dass Querschnitte zugleich den vorderen Theil des Kleinhirns und seine soliden seitlichen Verbindungen mit dem Hirnboden treffen. Die Decke des Mittelhirns gestaltet sich zum Corpus quadrigeminum, doch geht die untere Wand nicht in die Bildung desselben ein, sondern wird zum vordersten

Theil des Velum medullare anterius. Bei 7 cm langen Schafembryonen ist das vordere Blatt der Plica dorsalis bezw. die untere Wand des Recessus posterior mesencephali noch weit grösser, als das zwischen der Trochleariskreuzung und dem Kleinhirn liegende Stück der Gehirnwand. In der weiteren Entwicklung ändert sich dies Verhältniss zu Gunsten der letzteren Lamelle: diese wird absolut und relativ grösser, die untere Wand des Recessus posterior mesencephali relativ kleiner.

Beide Lappen des Kleinhirns wachsen nun ausserordentlich schnell, wobei sich der hintere Lappen mit seinem oberen Theil etwas über den vorderen neigt. Der letztere ist von Anfang an kleiner als der hintere und dies Verhalten findet sich auch am ausgebildeten Kleinhirn des Schafes. Die Primärfurche wird in demselben Verhältniss, in welchem die Lappen an Grösse zunehmen, tiefer. Dabei entfernt sich der Furchengrund, absolut genommen, nur wenig von der inneren Oberfläche des Kleinhirns. Jeder Lappen besitzt zwei Flächen, eine äussere und eine innere; die letzteren sind einander zugewendet und bilden die Wände der Primärfurche.

Bei 8 cm langen Schafembryonen erscheint vor der Furche, welche die Anlage der Uvula vorn begrenzt, eine dritte Furche am Hinterlappen, welche parallel den beiden hinter ihr liegenden Furchen verläuft. Die hinter ihr liegende Windung wird in ihrem mittleren Theil zur Pyramis. Was zwischen dieser Furche und der Primärfurche liegt, stellt die gemeinsame Anlage des Declive monticuli und des Tuber valvulae nebst den ihnen entsprechenden Hemisphärenabschnitten dar.

Fig. 14. Schafembryo, 9 cm. 7,5/1.

Medianschnitt durch das Kleinhirn.

Bei 9 cm langen Schafembryonen (Fig. 14) werden die drei Furchen des Hinterlappens durch das Wachsthum der zwischen ihnen liegenden Windungen tiefer. Zugleich erhält der Vorderlappen an seiner vorderen Fläche drei bis vier Querfurchen, während die innere Fläche zunächst noch glatt bleibt. Bei

10 cm langen Schafembryonen hat die Grösse des Kleinhirns bedeutend zugenommen, alle bereits vorhandenen Windungen sind schärfer hervorgetreten und die Furchen tiefer geworden. Die die Primärfurche begrenzenden, einander zugewendeten Flächen beider Lappen haben sich in Querwülste gefaltet und weisen eine nicht constante Zahl von Furchen auf (meist drei an jeder Fläche).

Während bisher das Wachsthum des Kleinhirns gleichmässig vor sich gegangen ist, fängt bei 11 cm langen Schafembryonen der hinter der Primärfurche gelegene Theil des Organes an, sich in drei Längszonen stärker zu verdicken. Die mittlere Längszone wird zum Wurm, die seitlichen zu den Hemisphären. Die drei Zonen sind von annähernd gleicher Breite, während beim Menschen bekanntlich der Wurm nur einen kleinen Theil des Organes ausmacht. Die Windungen und Furchen des Wurms setzen sich continuirlich in die der Hemisphären fort. Am Vorderlappen kommt es nicht zu einer deutlichen Differenzirung in Wurm und Hemisphären, und dieses primitive Verhalten ist auch am ausgewachsenen Organ zu beobachten. Am lateralen Rande des Kleinhirns, wo es in die Crura cerebelli ad pontem übergeht, entstehen mehrere selbständige Wucherungen, welche mit kurzen Stielen aufsitzen. Es sind dies die Flocculi. Zwischen ihnen und den Hemisphären bildet sich eine Gruppe von kurzen, rundlichen Windungen, welche zusammen die Gestalt eines Wurmes haben, wesshalb ich sie Vermis lateralis nennen will. Jeder Seitenwurm verläuft parallel den Hemisphären bezw. dem Wurm.

Bei 12,5 cm langen Schafembryonen sind secundäre Windungen an den Hauptwindungen aufgetreten. Die Entwicklung des Vorderlappens schreitet jetzt rasch voran; am Hinterlappen erscheinen die secundären Windungen etwas später, obwohl die Hauptwindungen gerade hier zuerst auftreten. Am Vorderlappen sind die Hauptwindungen nicht so constant, als am Hinterlappen. Meist entstehen vier tiefe Furchen, welchen fünf Hauptwindungen entsprechen. Die vorderste ist der Lobulus centralis. Das vordere Marksegel verdünnt sich zu einer zarten Membran, auf welcher der Lobulus centralis und die folgenden zwei Windungen ruhen. Noch bei 15 cm langen Embryonen kann man den ursprünglichen Scheitel der dorsalen Hirnfalte an der zwischen den Vierhügeln und dem Kleinhirn gelegenen Membran auffinden. Auf dem Medianschnitt besteht nämlich

etwas vor der Mitte der Membran eine stumpfwinklige Knickung, in welcher man den im Verstreichen begriffenen Faltenscheitel erkennt. Untersucht man diese Stelle mit starker Vergrösserung, so fällt ein quergetroffenes Fibrillenbündel auf, welches nichts anderes ist, als die Kreuzungsstelle der Nervi trochleares. Bei 15 cm langen Schafembryonen verstreicht die mediane Furche, welche sich bis dahin an der intraventrikulären Fläche vorn nachweisen liess. Damit verschwindet die letzte Andeutung einer paarigen Anlage des Organs.

Fig. 15. Schafembryo, 18 cm. 7,5/1.

Medianschnitt durch das Kleinhirn.

Bei 18 cm langen Schafembryonen fällt in der gemeinsamen Anlage des Declive monticuli und Tuber valvulae, welche bereits viele secundäre Windungen aufweist, eine tiefere Furche auf Medianschnitten ins Auge, welche diese Anlage in die genannten Hauptwindungen zerlegt. Die intraventrikuläre Fläche oder die Basis des Kleinhirns erleidet durch die ungeheure Entwicklung der Oberfläche eine eigenthümliche Veränderung. Die Basis, welche bei 6 cm langen Embryonen eine ziemlich tiefe Querfurche besitzt, rollt sich über die Querachse ein, wodurch diese Furche immer tiefer wird. Die vorderste Windung nähert sich immer mehr der hintersten, bis beide parallel zu einander gelagert sind. Dies kann so weit gehen, dass

schliesslich das vordere Marksegel das hintere berührt, so dass nur dicht unter der Basis des Kleinhirns ein Hohlraum bleibt. Doch kommt es meist nicht ganz zur Berührung der Marksegel, sondern es bleibt ein ganz schmaler Querspalt zwischen denselben bestehen.

Bei 20 cm langen Schafembryonen hat das Kleinhirn in seinem Wachsthum den Calamus scriptorius erreicht und überlagert denselben schon bei 24 cm langen Embryonen vollkommen. Zugleich fängt der Wurm in der Gegend des Tuber valvulae an viel stärker zu wachsen, als vorn und hinten. Er muss also nach einer Seite hin ausweichen; dies geschieht zuerst immer nach rechts. Ist die Ausbiegung vollendet, so hat der Wurm in der Gegend des Tuber valvulae die Form eines S; die vordere, zuerst erschienene Krümmung ist mit ihrer Concavität nach links offen, die hintere nach rechts. In dem queren Verbindungsstück stehen die Windungen vollkommen sagittal. Sie gehören dem hinteren Theil des Tuber valvulae an, was man leicht auf Medianschnitten feststellen kann.

Bei 35 cm langen Schafembryonen ist die Uvula auffallend stark ausgebildet; bei der äusserlichen Untersuchung ragt sie wie eine Zunge weit über den Calamus scriptorius hinweg. Bei älteren Schafföten ist die Uvula wieder kürzer und zwar absolut kürzer. Ob dieses auffallende Wachsthum der Uvula und die spätere Rückbildung constant ist, vermag ich nicht zu sagen. Ich fand das Hervorragen der Uvula in ganz gleicher Weise bei 35 cm langen Zwillingen. Bei dem einen derselben, dessen Kleinhirn sagittal geschnitten wurde, fand sich eine ganz kurze Lingula auf dem Velum medullare anterius, die sich sonst zu dieser Zeit noch nicht nachweisen liess. Dieselbe entsteht erst in der letzten Zeit des Fötallebens als einfache, schmale Windung, welche topographisch hinter dem Lobulus centralis liegt und den hinteren Rand des vorderen Marksegels bildet. Ich fand sie sowohl beim ausgetragenen, wie beim erwachsenen Schaf in ganz derselben Ausbildung als ein rudimentäres Gebilde. Beim erwachsenen Meerschweinchen fehlt die Lingula überhaupt.

Beim ausgetragenen Schaf besteht der kleine und einfach gebaute Vorderlappen aus der Lingula und fünf Hauptwindungen, von denen die vorderste, der Lobulus centralis, die kleinste ist. Von den vier folgenden Hauptwindungen ist die hinterste die mächtigste; sie bildet zugleich die Innenfläche des Vorderlappens

und besitzt hier zahlreiche und starke secundäre Windungen. Der bedeutend mächtigere Hinterlappen besteht aus dem Wurm, den Hemisphären, den beiden Vermes laterales und den verhältnissmässig sehr grossen Flocken. Der Wurm des Hinterlappens besteht aus fünf Hauptwindungen, welche, von vorn nach hinten gezählt, folgendermassen heissen: Declive monticuli, Tuber valvulae, Pyramis, Uvula, Nodulus. Der letztere ist die kleinste Windung und von aussen nicht sichtbar. In der Gegend des Tuber valvulae besitzt der Wurm die oben beschriebene S-förmige Krümmung. Die Hemisphären haben denselben Bau wie der Wurm des Hinterlappens, bestehen also aus fünf Hauptwindungen. Die Haupt-

Fig. 16. Kleinhirn eines ausgetragenen Schaffötus. 1/1.

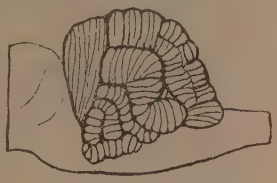


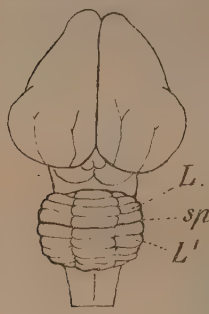
Fig. 17. Medianschnitt durch das Kleinhirn eines ausgetragenen Schaffötus. 3,5/1.

windungen des Wurms setzen sich continuirlich fort in die der Hemisphären und die vier Furchen, welche die Haupt-

windungen trennen, durchsetzen in gleicher Weise den Wurm und die Hemisphären. Die Flocculi sind beim Schaf verhältnissmässig viel grösser, als beim Menschen und bestehen aus zwei Gruppen von kleinen, rundlichen Windungen.

Vergleichend-anatomisch steht das Kleinhirn des Schafes dem Kleinhirn der Nager nahe. Das Kleinhirn eines Meerschweinchens ist sehr einfach gebaut und besteht aus dem Wurm, den Hemisphären und den Flocken (Fig. 18). Die drei ersteren sind, unter sich verglichen, von ganz gleicher Grösse und bestehen aus regelmässigen Windungen, welche entweder einfach sind oder nur sehr wenig Endwindungen (2 — 4) aufweisen. Der Vorderlappen ist grösser als beim Schaf und ist in Wurm und Hemisphären gegliedert, was beim Schaf nicht der Fall ist. Auf dem Medianschnitt imponirt die Primärfurche sofort als tiefe, das ganze Organ in zwei Lappen theilende Furche. Der Vorderlappen besteht aus vier Hauptwindungen, von denen der Lobulus centralis einfach ist. Am Hinterlappen lassen sich leicht dieselben Hauptwindungen, die vom Menschen bekannt sind, wieder auffinden. Die Pyramide ist klein, ohne secundäre Windungen und zwischen Tuber valvulae und der sehr grossen Uvula verborgen. Die Lingula fehlt. Eine eingehende vergleichend-anatomische Betrachtung der Kleinhirnwindungen, welche des Interessanten sicher genug bieten würde, konnte aus Mangel an Zeit nicht vorgenommen werden.

Fig. 18. Kleinhirn eines erwachsenen Meerschweinchen. 1/1.



Anhang.

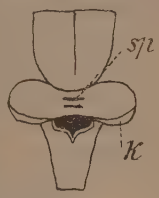
Die Entwicklung des Kleinhirns beim Menschen.

Vom Menschen liegen mir vier Stadien aus der Entwicklung des Kleinhirns vor.

I. Menschlicher Fötus von 12 cm Länge. Das Kleinhirn hat die Gestalt eines queren, in der Mitte schmäleren Wulstes, welcher die Medulla oblongata zu beiden Seiten weit überragt. Die beiden kugelförmigen seitlichen Vorwölbungen sind die

Anlagen der Hemisphären, das mittlere, schmale Verbindungsstück ist die Anlage des Wurmes. Hinten fallen zwei windungsartige Gebilde auf, welche Kölliker bei einem 4" 4½"' langen menschlichen Fötus als Gyrus chorioideus anterior und posterior (5. Fig. 341, S. 540) beschreibt. Dies sind, wie man aus den Schnitten ohne weiteres ersieht, die Recessus laterales. Die vorderste sogenannte Windung gehört dem Kleinhirn wirklich an; es ist nämlich der dünne hintere Rand des Organes, welcher oben das Adergeflecht zudeckt. Die hintere sogenannte Windung ist nichts anderes, als die beiden im ersten Theile der Arbeit erwähnten Keilstücke. Die Linie, welche zwischen diesen Gyri chorioidei verläuft, ist dieselbe Linie, welche bei jüngeren Schafembryonen (von 18 — 20 mm Länge) von aussen die Plica chorioidea andeutet.

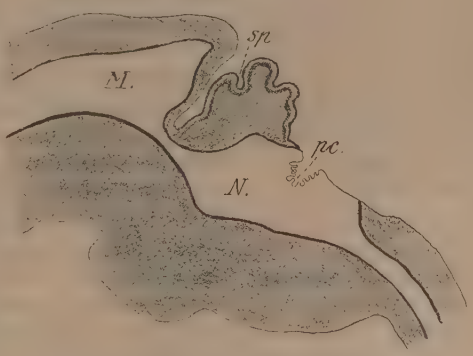
Fig. 19. Menschl. Fötus, 12 cm. 1/1.



Kleinhirn von oben gesehen.

Dieses Kleinhirn entspricht seiner Entwicklung nach dem Kleinhirn eines 6 cm langen Schafembryos, wie die Vergleichung der Medianschnitte beweist. Während beim Schaf in dieser Periode von einer Gliederung in Wurm und Hemisphären noch keine Rede ist, kann man bei dem beschriebenen menschlichen Kleinhirn schon deutlich die Hemisphären vom Wurm unterscheiden. Bei der Betrachtung mit der Lupe bemerkt man zwei tiefe Furchen am Wurm, welche sich nicht auf die Hemisphären fortsetzen. Vergleicht man den Medianschnitt dieses Kleinhirns mit der nach dem unzerschnittenen Organ angefertigten Zeichnung, so kann man leicht feststellen, dass

Fig. 20. Menschl. Fötus, 12 cm. 7,5/1.



Medianschnitt durch das Kleinhirn.

die vorderste Furche die Primärfurche ist, während die hintere vorn die Anlage der Pyramis begrenzt. Bei der mikroskopischen Untersuchung der Schnittserie ergibt sich, dass hinter den zwei makroskopisch sichtbaren Furchen noch zwei ganz schwache Querfurchen am Wurm vorhanden sind. Die Hemisphären sind noch völlig glatt. Durch die vier Furchen werden folgende Wurmtheile gebildet: 1) Die gemeinsame Anlage der Lingula, des Lobulus centralis und des Culmen monticuli, 2) die gemeinsame Anlage des Declive monticuli und des Tuber valvulae, 3) die Pyramis, 4) die Uvula, 5) der Nodulus.

Auch beim Menschen erhält also zuerst der hinter der Primärfurche gelegene Wurmtheil Furchen, während der Vorderlappen noch glatt bleibt. Der Recessus posterior mesencephali ist in diesem Stadium ebenso tief, als beim Schaf auf gleicher Entwicklungsstufe. Eine mediane Furche besteht nicht an der intraventrikulären Fläche, doch besitzt das Organ ebenso wie beim Schaf eine Querrinne, die erste Anlage des Zeltes des vierten Ventrikels.

II. Menschlicher Fötus von 17 cm Länge. Es sind am Wurm drei Hauptwindungen vor der Hauptquerfurche entstanden: Der Lobulus centralis, eine zweite zum Culmen monticuli gehörige Windung, welche so gross ist wie die erste, endlich eine dritte, welche die Hauptmasse des Culmen monticuli ausmacht und bereits secundäre Windungen aufweist. Am Hinterlappen des Wurms hat die gemeinsame Anlage des Declive monticuli und des Tuber valvulae secundäre Windungen entwickelt, doch kann man noch nicht die Grenze zwischen beiden erkennen. Die drei schon beim vorigen Stadium am Hinterlappen vorhandenen Querfurchen sind tiefer geworden und die Uvula ist sehr stark gewachsen. Die Hemisphären haben zwei symmetrische Querfurchen erhalten, welche jene in ihrer ganzen Breite durchsetzen, unter einander aber nicht zusammenhängen, so dass der Wurm nicht $\frac{3}{5}$ von ihnen berührt wird. Die medialen Enden der Furchen liegen zwischen der Primärfurche und der hinter ihr gelegenen Furche, welche

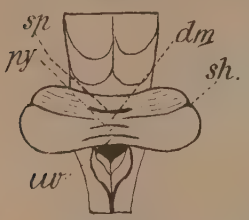
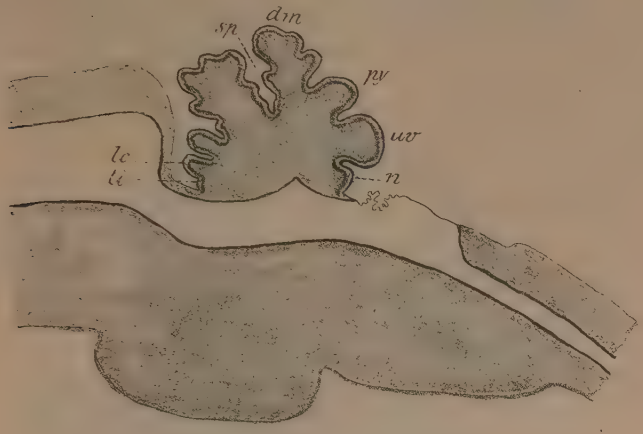


Fig. 21. Menschl. Fötus von 17 cm Länge. 1/1. Kleinhirn von oben gesehen.

vorn die Pyramis begrenzt. Die beiden symmetrischen Furchen bilden die erste Anlage des Sulcus horizontalis magnus.

Fig. 22. Menschl. Fötus, 17 cm lang. 7,5/1.

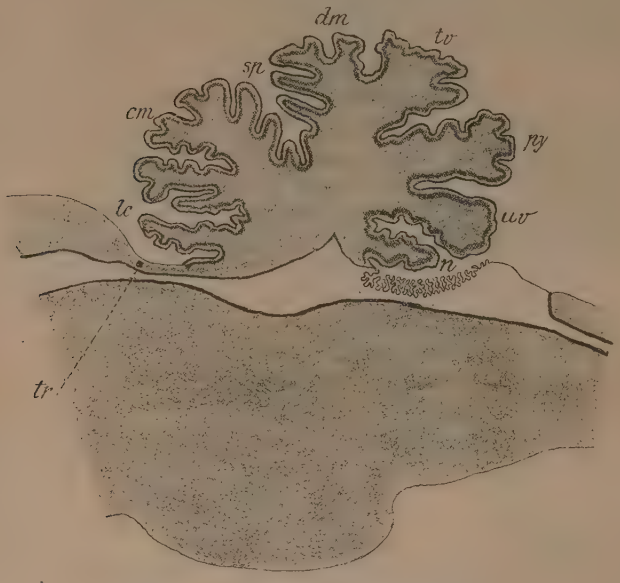


Kleinhirn im Medianschnitt.

Wie die Primärfurche beim Menschen die tiefste (und embryonal wohl zuerst auftretende) Furche des Wurms ist, so ist der Sulcus horizontalis magnus die tiefste und embryonal zuerst auftretende Hemisphärenfurche. Der vor dem Sulcus horizontalis magnus liegende Theil der Hemisphären besitzt jederseits vier sehr feine Querfurchen, welche makroskopisch und mikroskopisch in übereinstimmender Weise von mir gefunden wurden. Das Velum medullare anterius ist viel kürzer als beim gleich entwickelten Kleinhirn des Schafes, der Recessus posterior mesencephali hat sich ausgeglichen. Zwischen dem vorderen Marksegel und dem Lobulus centralis befindet sich ein ganz schmaler Querstreifen, der sich deutlich durch eine Furche vom Centralläppchen abgrenzt. Dies ist wahrscheinlich die erste Anlage der Lingula beim Menschen. Das Zelt des vierten Ventrikels ist deutlich erkennbar als eine scharf ausgeprägte Querfurche, welche nicht, wie beim Schaf abgerundet ist, sondern kantig zuläuft. Die Kante ist doppelt so weit vom vorderen Rand des Kleinhirns entfernt, als vom hinteren.

III. Menschlicher Fötus aus dem siebenten Monat. Alle Wurmtheile sind mit Sicherheit erkennbar, mit Ausnahme des noch fehlenden Folium cacuminis. Der Recessus posterior mesencephali ist nicht mehr aufzufinden, die Lingula ist als solche deutlich erkennbar, besitzt aber noch keine Windungen.

Fig. 23. Menschl. Fötus aus dem 7. Monat. 6/1.



Medianschnitt durch das Kleinhirn.

Die Furchen des Wurmes haben sich auf die Hemisphären fortgesetzt und die beiden Hälften des Sulcus horizontalis magnus haben sich median vereinigt. Dadurch sind folgende Windungen entstanden:

1) Der Lobulus centralis mit den Alae lobuli centralis;

2) und 3) die beiden das Culmen monticuli bildenden Wurmwindungen mit den Lobi lunati anteriores;

4) und 5) Declive monticuli (an dem noch das eine secundäre Windung bildende Folium cacuminis fehlt) mit den Lobi lunati posteriores und Lobi semilunares superiores;

6) Tuber valvulae mit den Lobi semilunares inferiores; 7), 8), 9) Pyramis, Uvula, Nodulus mit den Anlagen der Lobi cuneiformes und der Tonsillae.

Das Kleinhirn des ausgetragenen Kindes (Fig. 24) unterscheidet sich von diesem Stadium nur durch die reiche Entwicklung der secundären Windungen, besonders an der dritten, die Hauptmasse des Culmen monticuli und der Lobi lunati anteriores ausmachenden Hauptwindung. Ausserdem ist das Folium cacuminis als secundäre einfache Windung am Declive monticuli aufgetreten, hat aber die Oberfläche des Organs noch nicht erreicht. Sie bildet die einzige Brücke zwischen den Lobi semilunares superiores und liegt vor dem Sulcus horizontalis magnus.

Fig. 24. Kleinhirn einer ausgetragenen menschlichen Frucht, median durchschnitten. 3,5/1.

Am Wichtigsten erscheint das Stadium der Kleinhirnentwicklung beim 17 cm langen menschlichen Fötus. Wie dort, so ist auch am ausgebildeten Kleinhirn die Primärfurche die tiefste Furche im Wurm und der Sulcus horizontalis magnus

die tiefste in den Hemisphären. Gerade diese tiefsten Furchen dienen in der menschlichen Anatomie nicht zur Abgrenzung der Hauptabtheilungen des Kleinhirns, des Ober-, Hinter- und Unterlappens, sondern verlaufen innerhalb derselben, die Hauptquerfurche (Sulci collaterales superiores und ihre mediane Verbindung) im Oberlappen, der Sulcus horizontalis magnus im Hinterlappen. Insbesondere wird auf die sehr tiefe Primärfurche viel zu wenig Gewicht gelegt. Ich würde vorschlagen, das Kleinhirn in drei Lappen zu theilen, wobei als Grenzmarken die beiden tiefsten Furchen dienen würden:

1) In den Vorderlappen mit dem Lobulus centralis und Culmen monticuli als Wurmtheilen, den Alae lobuli centralis und den Lobi lunati anteriores als Hemisphärentheilen;

2) in den Mittellappen mit dem Declive monticuli und Folium cacuminis als Wurmtheilen und den Lobi lunati posteriores und Lobi semilunares superiores als Hemisphärentheilen;

3) in den Unterlappen mit dem Tuber valvulae, Pyramis, Uvula, Nodulus als Wurmtheilen und den Lobi semilunares inferiores, Lobi cuneiformes und Tonsillae als Hemisphärentheilen.

Zum Schluss sei mir gestattet, die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit kurz zusammenzufassen.

I. Das Kleinhirn ist bei Säugethieren seiner ersten Anlage nach unpaar, macht aber ein Stadium der Paarigkeit durch. Genauer betrachtet, ergeben sich in dieser Hinsicht fünf Stadien, welche vielleicht phylogenetisch von Wichtigkeit sind.

1) Im Stadium der unpaaren Kleinhirnlamelle ist das Kleinhirn eine einfache, bogenförmig über den Anfangstheil des vierten Ventrikels ausgespannte Lamelle, welche median fast dieselbe Dicke besitzt als lateral.

2) Im Stadium der beginnenden Paarigkeit verdünnt sich die Kleinhirnlamelle in der Medianebene, während sie sich lateral stark verdickt.

3) Im Stadium der ausgesprochenen Paarigkeit besteht das Kleinhirn aus zwei dicken Platten, welche durch ein sehr dünnes medianes Verbindungsstück zusammenhängen.

4) Im Stadium der verschwindenden Paarigkeit verschmelzen die beiden Platten hinten mit einander, so dass die zwischen den Platten an der Innenseite der Kleinhirnanlage befindliche Medianfurche hier verschwindet. Vorn erhält sich diese

noch längere Zeit und verschwindet (beim Schaf) erst kurz nach der Entstehung des Wurmes. Im Anfang dieses Stadiums sind weder Windungen vorhanden, noch ist der Wurm angelegt. Die Furchen und Windungen erscheinen am Kleinhirn in einer verhältnissmässig späten Embryonalzeit, nämlich erst dann, wenn die paarigen Platten hinten in Verschmelzung getreten sind. Erst nachdem die Hauptwindungen im Wesentlichen angelegt sind, macht sich (beim Schaf) ein Unterschied zwischen Wurm und Hemisphären bemerkbar.

5) Im fünften Stadium verschwindet jede Andeutung einer paarigen Anlage, indem sich die Medianfurche auch vorn völlig ausgleicht.

II. Die Kreuzungsstelle der Nervi trochleares ist die dorsale Grenzmarke zwischen Mittelhirn- und Nachhirnregion.

III. Auf Grund der Entwicklungsgeschichte empfiehlt es sich, am ausgebildeten Kleinhirn der Säugethiere drei Lappen zu unterscheiden, den Vorder-, Mittel- und Unterlappen.

Literaturverzeichniss.

1. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. B. Vetter. Jena 1881.
2. Oscar Hertwig, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. 2. Aufl. 1888.
3. Wilhelm His, Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Leipzig 1888.
4. Derselbe, Die Entwicklung des menschlichen Rautenhirns vom Ende des ersten bis zum Beginn des dritten Monats. I. Verlängertes Mark. 1891.
5. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Aufl. 1879.
6. Derselbe, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1884.
7. C. v. Kupffer, Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten. 1. Heft. Die Entwicklung des Kopfes von Acipenser sturio an Medianschnitten untersucht. Münch. 1893.
8. Derselbe, Studien etc. 2. Heft. Die Entwicklung des Kopfes von Ammocoetes Planeri. 1894.
9. Mihalkovics, Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Nach Untersuchungen an höheren Wirbelthieren und dem Menschen. Leipzig 1877.
10. Rauber, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 4. Aufl. 1893.
11. Reichert, Der Bau des menschlichen Gehirns. 2. Abtheil. 1861.
12. Schaper, Zur feineren Anatomie des Kleinhirns der Teleostier. Anat. Anzeiger. VIII. 1893.
13. Derselbe, Die morphologische und histologische Entwicklung des Kleinhirns der Teleostier. Anat. Anzeiger. IX. 1894.

Lehmann's medicin. Handatlanten

nebst kurz gefassten Lehrbüchern.

Bd. I. **Atlas der Geburtshülfe.** I. Teil: Der Geburtsakt, dargestellt in 98 farbigen Tafeln von Dr. O. Schäffer, Privatdocent an der Universität Heidelberg. Preis eleg. geb. *M.* 4.—.

Band II und Folge ist in 6—20fachem prächtigem Farbendruck ausgeführt.

Bd. II. **Atlas der Geburtshülfe.** II. Teil: **Anatomischer Atlas der geburtshülflichen Diagnostik und Therapie.** Mit 145 farbigen Abbildungen und 272 Seiten Text, von Dr. O. Schäffer. Preis *M.* 8.—.

Bd. III. **Atlas und Compendium der Gynäkologie,** in 98 farbigen Tafeln. von Dr. O. Schäffer (erscheint im Frühjahr 1895). Preis ca. *M.* 8.—.

Bd. IV. **Atlas der Krankheiten des Mundes, der Nase und des Nasenrachenraumes.** In 64 color. Abbildungen dargestellt von Dr. med. L. Grünwald. Preis eleg. geb. *M.* 6.—.

Bd. V. **Atlas der Hautkrankheiten.** In 96 color. Tafeln herausgegeben von Privatdocent Dr. Kopp. Preis eleg. geb. *M.* 10.—.

Bd. VI. **Atlas der Geschlechtskrankheiten.** In 52 colorirten Tafeln herausgegeben von Privatdocent Dr. Kopp. Preis eleg. geb. *M.* 7.—.

Bd. VII. **Atlas und Grundriss der Ophthalmoscopie und ophthalmoscopischen Diagnostik.** Mit 102 farbigen Abbildungen. Herausgegeben von Prof. Dr. O. Haab in Zürich. Preis eleg. geb. *M.* 10.—.

Bd. VIII. **Atlas und Grundriss der traumatischen Fracturen und Luxationen.** In 166 farbigen Abbildungen. Von Prof. Dr. Helferich in Greifswald. Preis *M.* 8.—.

In Vorbereitung befinden sich:

Bd. IX. **Atlas des gesunden und kranken Nervensystems** nebst Abriss der Anatomie, Pathologie und Therapie desselben. Mit zahlreichen naturgetreuen Abbildungen von Serienschnitten zur Darstellung des Faserverlaufes, Schematen und Photographien aller wichtigen Krankheitsprocesse. Von Dr. Chr. Jakob, s. Z. I. Assistent der medic. Klinik in Erlangen. Preis circa *M.* 10.—.

Bd. X. **Atlas und Grundriss der pathologischen Anatomie.** In 120 farbigen Tafeln. Von Prof. Dr. Bollinger. 2 Bde. Preis eleg. geb. à *M.* 10.—.

Bd. XI. **Atlas und Grundriss der Verbandlehre** von Privatdocent Dr. A. Hoffa in Würzburg. In ca. 100 Abbildungen. Preis circa *M.* 5.—.

Bd. XII. **Atlas und Grundriss der allgemeinen Chirurgie** von Privatdocent Dr. A. Hoffa in Würzburg. In circa 200 Abbildungen. Preis eleg. geb. circa *M.* 10.—.

Bd. XIII. **Atlas und Grundriss der Bacteriologie und bacteriolog. Diagnostik.** Mit 640 in 10—20fachem Farbdruck ausgeführten Originalbildern. Von Prof. Dr. K. B. Lehmann in Würzburg und Dr. Neumann. Preis circa *M.* 10.—.

Bd. XIV. **Atlas und Grundriss der chirurg. Operationslehre.** Mit circa 200 farbigen Abbildungen. Preis eleg. geb. circa *M.* 8.—.

Bd. XV. **Atlas und Grundriss der Anatomie.** In 100 farbigen Tafeln. Preis circa *M.* 10.—.

Bd. XVI. **Atlas der Kehlkopfkrankheiten.** In 40 farbigen Tafeln. Preis circa *M.* 6.—.

Bd. XVII. **Atlas und Grundriss der gerichtlichen Medicin.** In circa 50 Abbildungen. Preis eleg. geb. circa *M.* 7.—.

Bd. XVIII. **Atlas und Grundriss der klinischen Mikroskopie.** In ca. 64 farbigen Tafeln. Preis circa *M.* 8.—

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.